

Acero figurado en la optimización de los procesos constructivos: ¿necesidad técnica o tendencia de mercado?***Figured steel in the optimization of construction processes: technical necessity or market trend?***

Ing. Daniel David Carvajal Rivadeneira MSc., Ing. Axel Giovanni Yepez Von Lippke, Ing. Victor Alejandro Lino Calle MSc., Arq. Dayana Michelle Castro Chilán, Nicolás Aarón Saltos Sánchez, Daniel David Carvajal Aray.

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD**

Julio - diciembre, V°7-N°2; 2026

Recibido: 02-09-2026

Aceptado: 09-09-2026

Publicado: 31-12-2026

PAIS

- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Portoviejo

INSTITUCION

- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Pontificia Universidad Católica el Ecuador, Sede Manabí.

CORREO:

- ✉ daniel.carvajal@unesum.edu.ec
- ✉ axel.yepez@hotmail.com
- ✉ victor.lino@unesum.edu.ec
- ✉ dayana.castro@unesum.edu.ec
- ✉ saltos-nicolas5292@unesum.edu.ec
- ✉ ddcarvajal@pucesm.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-5288-5483>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-8729-3740>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2302-3489>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0001-5245-167X>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-0840-9312>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0002-3807-8973>

FORMATO DE CITA APA

Carvajal, D., Yepez, A., Lino, V., Castro, A., Saltos, N. & Carvajal, D. (2026). *Acero figurado en la optimización de los procesos constructivos: ¿necesidad técnica o tendencia de mercado?*. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°2). P. 4288 – 4309.

Resumen

La forma habitual de colocar el acero de refuerzo, que se hace a mano en la obra, propicia que se generen desperdicios y errores en las dimensiones, lo que afecta la eficiencia de los procesos de construcción. Ante este problema, el acero figurado cortado y doblado en planta bajo especificaciones técnicas exactas, se plantea como alternativa, sin que exista consenso sobre si su adopción responde a una necesidad técnica o a una tendencia de mercado. El objetivo general del presente estudio fue analizar el impacto técnico, económico y ambiental del uso del acero figurado frente a los métodos tradicionales de habilitado de acero de refuerzo, para determinar si su implementación obedece a una necesidad respaldada por evidencia técnica o si es una tendencia impulsada por factores de mercado. Se utilizó un enfoque cualitativo con sustento en el paradigma naturalista-interpretativo, a través de entrevistas semiestructuradas a 15 profesionales de la construcción, complementadas con revisión documental, y se realizó un proceso de codificación, categorización, interpretación y triangulación de los datos obtenidos. Los resultados demostraron que el acero figurado mejora la precisión dimensional, disminuye el desperdicio de material y facilita la coordinación entre diseño, fabricación y montaje, pero su conveniencia económica depende del volumen de acero y la escala del proyecto, y su aprovechamiento ambiental enfrenta aún barreras organizacionales. El acero figurado, por tanto, es una alternativa técnicamente viable, cuyo uso en la construcción ecuatoriana depende del alto costo inicial, la falta de conocimientos técnicos y la dependencia de proveedores, más que de su desempeño.

Palabras clave: ingeniería civil, industria de la construcción, materiales de construcción, desarrollo sostenible, gestión ambiental.

Abstract

The usual method of placing reinforcement steel, which is done manually on-site, leads to waste and dimensional errors, affecting the efficiency of construction processes. Given this problem, cut and bent rebar fabricated in the plant under exact technical specifications is proposed as an alternative, without consensus on whether its adoption responds to a technical need or a market trend. The general objective of this study was to analyze the technical, economic, and environmental impact of using fabricated steel compared to traditional methods of reinforcing steel preparation, to determine whether its implementation is driven by a need supported by technical evidence or if it is a trend driven by market factors. A qualitative approach was used based on the naturalistic-interpretive paradigm, through semi-structured interviews with 15 construction professionals, complemented by document review, and a process of coding, categorization, interpretation, and triangulation of the obtained data was carried out. The results demonstrated that fabricated steel improves dimensional accuracy, reduces material waste, and facilitates coordination between design, manufacturing, and assembly, but its economic feasibility depends on the volume of steel and the scale of the project, and its environmental utilization still faces organizational barriers. Figured steel, therefore, is a technically viable alternative, whose use in Ecuadorian construction depends more on the high initial cost, the lack of technical knowledge, and the dependence on suppliers, rather than on its performance.

Keywords: civil engineering, construction industry, building materials, sustainable development, environmental management.

Introducción

Actualmente se emplea mayor tecnología en las obras de construcción con el fin de hacer que los edificios sean más seguros, eficientes y sostenibles (Castro et al., 2026; Camacho et al., 2025). Y si hay algo que es central a este cambio, es el acero de refuerzo. Es lo que sostiene y le da vida al hormigón armado, siendo uno de los materiales que más influye en el costo final de una obra (Carvajal et al., 2025).

El corte y doblado de las varillas de acero, de manera tradicional se ha venido realizando en obra de manera manual lo que depende mucho de la destreza del personal, de estimaciones en las mediciones y de condiciones variables de trabajo que propician la generación de desperdicios y de errores dimensionales. En este sentido, el acero figurado (barras cortadas y dobladas en planta bajo especificaciones técnicas exactas) se plantea como una alternativa para optimizar los procesos constructivos.

A nivel internacional, lo último que se tiene de evidencia científica confirma el alcance del problema que significa el desperdicio de acero de refuerzo. La programación por algoritmo es mucho mejor que los métodos tradicionales de asignación en la obra, tal como demostraron Widjaja y Kim (2023) quienes desarrollaron un algoritmo de optimización de dos etapas para minimizar el desperdicio de corte y el consumo de acero en vigas. Kim et al. (2024) propusieron, también, un modelo de priorización de las longitudes especiales para minimizar el uso y desperdicio de acero en muros.

En la misma línea, el trabajo de Khant et al. (2025) demostró cómo la combinación BIM con herramientas de datos optimiza el procesamiento de acero y la logística. Su principal conclusión es que, al conectar el diseño con la fábrica, se puede prevenir el desperdicio de antemano. Además, Widjaja et al. (2025) hallaron que optimizar el tamaño de los conectores mecánicos permite usar menos acero y, por lo tanto, emitir menos carbono, acoplando así la gestión del acero figurado con la sostenibilidad de la construcción.

En América Latina la transformación digital e industrialización del sector avanzan a ritmos muy dispares. Olivares (2025), por ejemplo, señala que en Chile el uso de BIM entre profesionales casi se duplicó en una década pasando del 39 % al 80 %, aunque la estandarización entre empresas y su aplicación real en obra siguen siendo asignaturas pendientes. Ramírez y cols. (2025) por su parte, destacan desde Colombia que una economía circular real implica incorporar la deconstrucción a procesos industrializados y a herramientas digitales que disminuyan los costos, los tiempos y los problemas de coordinación. A nivel regional, Mendoza-Rangel y Díaz-Aguilera (2023) concluyen que la digitalización y la

optimización de procesos son la clave para mitigar el impacto ambiental en la industria del cemento y concreto, enfoque totalmente extrapolable al corte y figurado industrial del acero.

En Ecuador los hechos demuestran que el desperdicio del acero de refuerzo no es una simple teoría, es un problema muy real en las obras del país. Así lo afirman Almendariz Rodríguez y Ortiz Aguirre (2022) quienes al evaluar las pérdidas de acero en una vivienda de dos plantas encontraron que el desperdicio era muy superior a los márgenes previstos en el presupuesto en diversos elementos de hormigón armado. Solórzano Velásquez et al., (2024) señalaron, por su parte, que las constructoras locales tienen todavía limitaciones para gestionar sus residuos, por lo que se requiere dar un paso hacia la construcción circular, a fin de bajar los costos y reducir el impacto medioambiental.

La convergencia de estos hallazgos internacionales, regionales y locales justifica profundizar en el estudio del acero figurado como objeto de investigación técnica. Si el desperdicio de acero constituye un problema documentado en distintos contextos geográficos, y si las soluciones disponibles algoritmos de optimización, integración BIM, economía circular han demostrado reducir estas pérdidas, resulta pertinente examinar si su uso responde a criterios técnicos, económicos y de sostenibilidad, o si su popularidad obedece principalmente a dinámicas de mercado.

Esta distinción no es menor: de ella depende que los profesionales de la ingeniería civil adopten esta tecnología con base en evidencia sólida, y no únicamente por presión comercial o por la percepción de modernidad que actualmente rodea a esta técnica, especialmente en mercados como el ecuatoriano, donde la información técnica comparativa disponible aún es limitada (Carvajal et al., 2018; Chiquito et al., 2026; Reyes et al., 2026).

De lo expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿hasta qué punto el empleo del acero figurado se constituye como una necesidad técnica, económica y ambiental para la optimización de los procesos constructivos, o su adopción se trata principalmente de una tendencia de mercado sin suficiente respaldo en el desempeño estructural y la reducción de desperdicios?

Siguiendo esta pregunta, el objetivo general del presente estudio es analizar el impacto técnico, económico y ambiental del uso del acero figurado versus los métodos tradicionales de habilitado de acero de refuerzo, para determinar si su implementación responde a una necesidad justificada por evidencia técnica o a una tendencia impulsada por factores de mercado.

Este trabajo es importante científicamente, porque aporta evidencia local a un debate ampliamente documentado a nivel internacional, pero todavía poco explorado con estudios comparativos en Ecuador. Los resultados aportan teóricamente al marco conceptual sobre la

digitalización e industrialización de la construcción en economías en desarrollo. Desde el punto de vista práctico, la investigación ofrece a ingenieros, constructores y tomadores de decisiones, bases objetivas para evaluar la adopción del acero figurado, optimizando recursos, disminuyendo el impacto ambiental y fortaleciendo la competitividad empresarial en un mercado enfocado en la eficiencia y la sostenibilidad.

Métodos y Materiales

El presente estudio se caracteriza por ser de tipo cualitativo, orientado a entender e interpretar desde la perspectiva de los profesionales del sector de la construcción el significado que adquiere el uso del acero figurado en la optimización de los procesos constructivos, en coherencia con la pregunta de investigación y el objetivo general planteados en la introducción. Se basa en el paradigma naturalista-interpretativo, el cual concibe la realidad social como una construcción dinámica y contextual, accesible a través de la interacción directa del investigador con los sujetos que la interpretan (Mata Solís, 2019). Este autor señala que la investigación cualitativa se caracteriza por ser inductiva, flexible y holística, por lo que el tipo de estudio es descriptivo interpretativo y el diseño corresponde al enfoque fenomenológico hermenéutico orientado a acceder a la experiencia vivida de los participantes respecto al acero figurado y al habilitado tradicional.

Participaron 15 profesionales del sector de la construcción (ingeniería civil, arquitectura o gerencia de proyectos), seleccionados mediante muestreo intencional, con experiencia demostrable en acero figurado, en habilitado tradicional, o en ambos. Se buscó heterogeneidad en roles (diseño, ejecución, supervisión) para obtener una visión plural del fenómeno; el número de participantes se orientó por el criterio de saturación teórica propio de la investigación cualitativa.

La técnica principal de recolección fue la entrevista semiestructurada, con un guion organizado según los ejes técnico, económico, ambiental y de optimización de procesos derivados de la pregunta de investigación, validado previamente por criterio de expertos. Como técnica complementaria se realizó una revisión documental de artículos científicos, estudios técnicos y documentos institucionales relacionados con el acero figurado, el desperdicio de acero y la sostenibilidad constructiva, utilizada como fuente de datos cualitativos y no como mero marco referencial.

El proceso se desarrolló en tres fases: (a) preparación, con el diseño y validación del guion, la selección de participantes y la búsqueda documental; (b) trabajo de campo, con la aplicación individual de las 15 entrevistas —previo consentimiento informado y grabación en audio— en paralelo con la profundización documental; y (c) sistematización, con la transcripción

literal de las entrevistas y su organización, junto con los documentos, en una matriz cualitativa para el análisis.

El análisis se organizó en cuatro categorías orientadoras, no cuantitativas: aspectos técnicos (precisión, resistencia estructural, calidad), aspectos económicos (costos, desperdicios, rentabilidad), aspectos ambientales (residuos, aprovechamiento del material, sostenibilidad) y optimización de procesos constructivos (planificación, logística, ejecución). Estas categorías permanecieron abiertas a subcategorías emergentes del discurso de los participantes y de los documentos analizados.

La información se analizó mediante codificación abierta de las transcripciones y documentos, seguida de la categorización de los códigos en las cuatro categorías definidas, y de una interpretación orientada a comprender el sentido que los participantes atribuyen al acero figurado como necesidad técnica o tendencia de mercado. Finalmente, se aplicó una triangulación entre los hallazgos de las entrevistas y la revisión documental, para fortalecer la consistencia del análisis sin anticipar resultados.

Los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad, propios de la investigación cualitativa (Guba & Lincoln, 1985) se atendieron mediante la triangulación de fuentes, la descripción detallada del proceso y el contraste constante entre interpretación y evidencia. En cuanto a lo ético, la participación fue voluntaria e informada, a través de un consentimiento informado por escrito, se garantizó la confidencialidad mediante códigos alfanuméricos y el uso de la información recabada fue únicamente académico.

Análisis de Resultados

El análisis del corpus cualitativo integró las 15 entrevistas semiestructuradas aplicadas a profesionales del sector de la construcción (ingenieros e ingenieras civiles, arquitectos, residentes, supervisores y gerentes de obra o de proyecto) y su contraste con la revisión documental presentada en la introducción. Siguiendo el procedimiento descrito en la metodología, la codificación abierta de las transcripciones permitió identificar 24 códigos, agrupados en las cinco categorías que estructuraron el guion de entrevista: aspectos técnicos, aspectos económicos, aspectos ambientales, optimización de procesos constructivos, y una quinta categoría emergente de valoración general y decisión de adopción, en la que los participantes se posicionaron directamente frente a la pregunta de investigación. En conjunto, se identificaron 360 segmentos de texto codificados (es decir, fragmentos de las respuestas asociados a un código, equivalentes a lo que Atlas.ti denomina “quotations”; distribuidos de manera relativamente homogénea entre categorías (Figura 1), sin que ningún eje temático quedara subrepresentado en el discurso de los profesionales entrevistados.

Tabla 1.

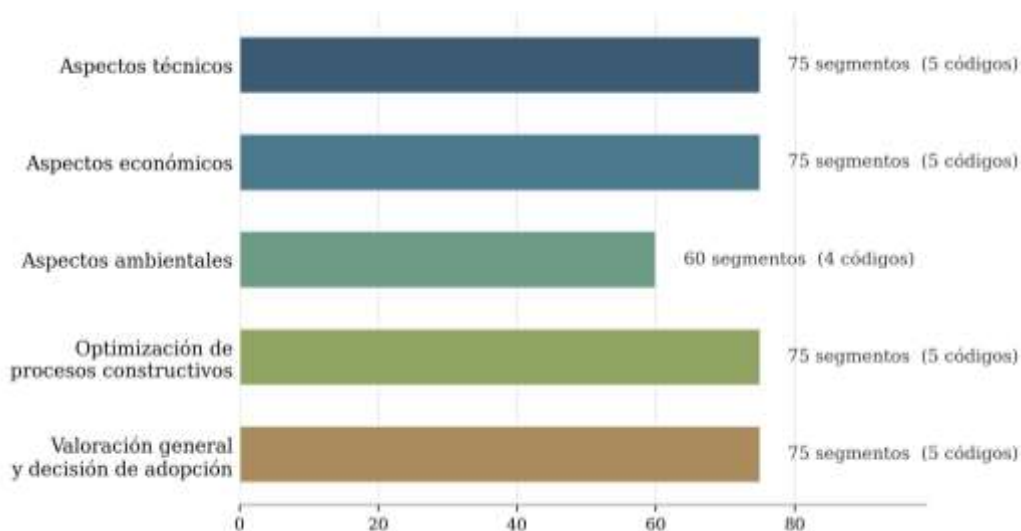
Libro de códigos por categoría de análisis

Código	Contenido central identificado	Frecuencia
ASPECTOS TÉCNICOS		
DIFERENCIA_HABILITADO_MANUAL	Comparación con el corte y doblado manual realizado en obra	15/15
PRECISION_DIMENSIONAL	Piezas preparadas según dimensiones previamente definidas	15/15
CALIDAD_CONFIABILIDAD_ESTRUCTURAL	Reducción de variaciones y mayor control del proceso	15/15
ERRORES_HABILITADO_MANUAL	Errores de medición, corte, doblado y lectura de planos	15/15
REQUISITOS_ESPECIFICACIONES	Revisión de planos, medidas y coordinación técnica	15/15
ASPECTOS ECONÓMICOS		
REDUCCION_COSTOS_INDIRECTOS	Menor desperdicio, retrabajo y tiempo de habilitado	15/15
REDUCCION_DESPERDICIO_MATERIAAL	Planificación previa de longitudes de corte	15/15
IMPACTO_RENTABILIDAD	Mejora del rendimiento económico del proyecto	15/15
COSTO_VS_AHORRO	Comparación entre costo de figurado y ahorros generados	15/15
VIABILIDAD_ECONOMICA	Volumen de acero, costos, plazos y capacidad de planificación	15/15
ASPECTOS AMBIENTALES		
IMPACTO_AMBIENTAL_DESPERDICIO	Generación de residuos y uso ineficiente de recursos	15/15
REDUCCION_RESIDUOS	Corte y doblado previo según requerimientos exactos	15/15
CONTRIBUCION_SOSTENIBILIDAD	Mejor aprovechamiento de materiales en obra	15/15
PRACTICAS_REUTILIZACION	Clasificación, reutilización y reciclaje de sobrantes	15/15
OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS		
PLANIFICACION_ORGANIZACION_OBRA	Programación de actividades y recepción ordenada del material	15/15
LOGISTICA_SUMINISTRO	Coordinación y almacenamiento adecuado del material	15/15
REDUCCION_TIEMPOS_EJECUCION	Menor tiempo de corte y doblado realizado en obra	15/15
COORDINACION_DISEÑO_FABRICACION	Vínculo entre errores de diseño y fabricación del material	15/15
BIM_PLANIFICACION_DIGITAL	Coordinación, detección de inconsistencias y planificación previa	15/15
VALORACIÓN GENERAL Y DECISIÓN DE ADOPCIÓN		

NECESIDAD_VS_TENDENCIA	Fundamentos técnicos y económicos condicionados al proyecto	15/15
CONVENIENCIA_TIPO_PROYECTO	Mayor conveniencia en proyectos medianos o grandes	15/15
BARRERAS_ADOPCION	Costo inicial, desconocimiento, dependencia del proveedor	15/15
CONDICIONES_REEMPLAZO	Planificación, proveedor confiable y control de calidad	15/15
RECOMENDACION_PROFESIONAL	Análisis técnico-económico previo y coordinación con el proveedor	15/15

Nota. Elaboración propia (2026)

Figura 1. Número de segmentos de texto codificados por categoría de análisis ($n = 15$ participantes).



Nota: “segmentos codificados” son fragmentos de las entrevistas asociados a un código (quotations en Atlas.ti). Elaboración propia (2026).

Aspectos técnicos

En esta categoría se identificó un consenso amplio entre los participantes: el acero figurado se percibe como una alternativa que aumenta la precisión dimensional y reduce la variabilidad propia del corte y doblado manual en obra. P5 (supervisor de obra) explicó que la mejora en precisión ocurre “porque las piezas llegan preparadas de acuerdo con dimensiones previamente definidas”, mientras que P9 (arquitecto) vinculó esta precisión con la calidad estructural, al señalar que el proceso “reduce variaciones durante el habilitado y facilita el control”. Por su parte, P11 (residente de obra) describió como errores frecuentes del habilitado tradicional “principalmente errores de medición, corte, doblado y lectura de planos”, apreciación consistente en la totalidad de las entrevistas. Los participantes coincidieron, asimismo, en que

garantizar el cumplimiento de especificaciones exige “la revisión de planos, las medidas, las especificaciones y una correcta coordinación” (P4, ingeniero residente).

Aspectos económicos

En el eje económico, los participantes asociaron el acero figurado con una posible reducción de costos indirectos derivada de la disminución de desperdicios y retrabajos; P7 (gerente de proyectos) señaló que esta alternativa “puede reducir costos indirectos al disminuir desperdicios, retrabajos y tiempo de habilitado”. Esa reducción del desperdicio se condicionó, sin embargo, a una adecuada planificación previa: P10 (ingeniero estructural) indicó que ello ocurre “especialmente cuando las longitudes se planifican antes del corte y se controla el material”. La totalidad de los participantes coincidió en que la conveniencia económica del acero figurado no es automática, sino que su costo “debe compararse con los ahorros en mano de obra, tiempo y desperdicio” (P6, ingeniero civil), y que su viabilidad depende de factores como “el volumen de acero, costos, plazos, complejidad y capacidad de planificación” (P15, ingeniero civil).

Aspectos ambientales

Respecto a la dimensión ambiental, los entrevistados relacionaron el desperdicio de acero del habilitado tradicional con un uso ineficiente de recursos; P8 (ingeniera civil) advirtió que este desperdicio “genera residuos y representa un uso poco eficiente de recursos que podrían aprovecharse mejor”. El acero figurado, en cambio, se percibió como una vía para reducir dichos residuos, en tanto “el material se corta y dobla previamente según los requerimientos” (P12, ingeniera civil), lo cual los participantes vincularon directamente con la sostenibilidad constructiva: P1 (ingeniero civil) afirmó que el uso eficiente del acero “permite aprovechar mejor los materiales y disminuir residuos generados en obra”. Como práctica complementaria, P14 (gerente de obra) recomendó que “deberían planificarse los cortes, clasificar sobrantes y promover su reutilización o reciclaje”.

Optimización de procesos constructivos

En esta categoría se agruparon percepciones relacionadas con la planificación, la logística y la coordinación interdisciplinaria. La arquitecta P3 señaló que el acero figurado “permite programar mejor las actividades y recibir el material de forma ordenada”, pero el arquitecto P9 puntualizó que esto “requiere coordinación y un buen almacenamiento para evitar confusiones”. En relación a los tiempos de ejecución, P2 (ingeniera civil) sostuvo que el acero figurado “puede reducir tiempos porque disminuye el corte y doblado que normalmente se realiza en obra”, mientras que P5 (supervisor de obra) resaltó la importancia de la coordinación entre diseño y fabricación, “ya que cualquier error de diseño puede trasladarse a la fabricación del material”. Respecto al papel de las herramientas digitales, P10 (ingeniero estructural) apuntó que

BIM “puede mejorar la coordinación, encontrar inconsistencias, y apoyar la planificación antes de fabricar”.

Esta categoría, emergente del propio guion de entrevista, permitió a los participantes posicionarse directamente frente a la pregunta de investigación. La totalidad coincidió en que el acero figurado “es una alternativa con fundamentos técnicos y económicos, aunque su conveniencia depende del proyecto” (P7, gerente de proyectos), resultando “más conveniente en proyectos medianos o grandes y con cantidades importantes de acero” (P11, residente de obra). No obstante, los entrevistados identificaron barreras relevantes para su adopción, entre ellas “el costo inicial, falta de conocimiento, planificación insuficiente y dependencia del proveedor” (P4, ingeniero residente). Para superar dichas barreras, coincidieron en la necesidad de “una planificación adecuada, proveedor confiable, planos definidos y control de calidad” (P13, supervisor de construcción), y recomendaron a los profesionales del sector “realizar primero un análisis técnico y económico y asegurar una buena coordinación con el proveedor” (P6, ingeniero civil).

Hallazgos de la revisión documental

Como técnica complementaria a las entrevistas, se realizó una revisión documental de artículos científicos, estudios técnicos y documentos institucionales relacionados con el acero figurado, el desperdicio de acero y la sostenibilidad constructiva, utilizada como fuente de datos cualitativos y no como simple marco referencial. A continuación, se exponen los resultados de dicha revisión, ordenados según las mismas categorías utilizadas para analizar las entrevistas, con el fin de facilitar su triangulación posterior.

Desde el punto de vista técnico, la literatura revisada confirma que el desperdicio y la imprecisión propios del habilitado manual, son un problema reconocido por la comunidad científica internacional. Widjaja y Kim (2023) crearon un algoritmo de optimización de dos etapas que disminuye el desperdicio de corte de acero en vigas, y Kim et al. (2024) mostraron que un modelo de priorización de longitudes especiales mejora significativamente el aprovechamiento del material en muros. Estos resultados documentales concuerdan con la idea de mayor precisión dimensional y menor variabilidad que expresaron los participantes entrevistados.

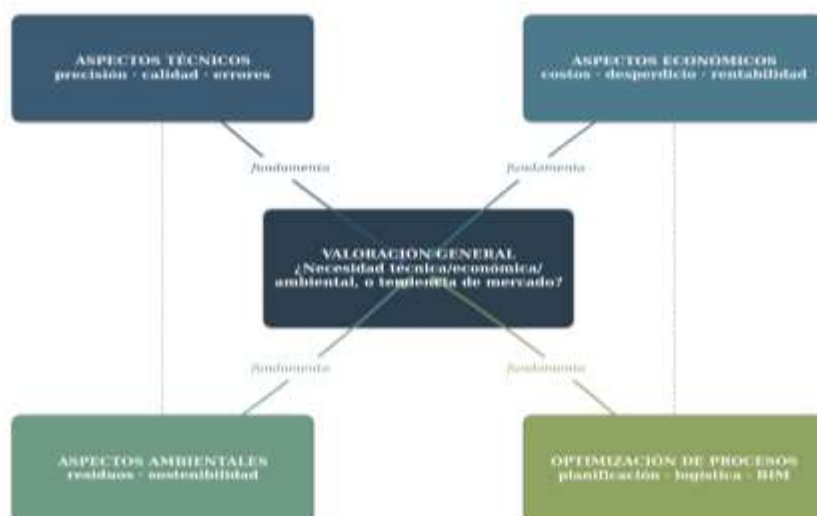
La evidencia documental indica, desde el punto de vista económico, que la planificación anticipada del corte reduce las pérdidas de material y, por ende, los costos asociados al habilitado. Almendariz Rodríguez y Ortiz Aguirre (2022) cuantificaron porcentajes de desperdicio de acero estructural que en varios casos superan lo estimado en los presupuestos de obra, mientras que Ramírez et al. (2025) sostienen que vincular la industrialización constructiva con herramientas de optimización permite reducir costos y plazos de ejecución. Los dos estudios

respaldan documentalmente la relación costo-beneficio que los participantes del presente estudio señalaron.

En la vertiente ambiental, Widjaja y et al., (2025) demostraron que la integración de la optimización de longitudes especiales con conectores mecánicos reduce el consumo de acero y la huella de carbono asociada, relacionando así el acero figurado con estrategias de descarbonización de la industria. En la misma línea, Mendoza-Rangel y Díaz-Aguilera (2023) identificaron la optimización de procesos y la digitalización como los ejes de la economía circular en la industria latinoamericana del cemento y el concreto, mientras que Solórzano Velásquez et al. (2024) evidenciaron que las empresas constructoras del Ecuador aún gestionan de forma limitada sus residuos de obra, lo cual refuerza la pertinencia ambiental señalada por los participantes.

Khant et al. (2025) demostraron que, en lo que respecta a la optimización de los procesos constructivos, la integración entre la modelización de información de construcción (BIM) y un enfoque basado en datos permite optimizar el habilitado del acero y la gestión de la cadena de suministro, evitando el desperdicio antes de que se produzca en la obra. Esta evidencia concuerda con el rol asignado por los participantes a la planificación digital, y se relaciona con los resultados de Olivares (2025), quien registró un crecimiento sostenido en la adopción de BIM en la industria chilena de la construcción como herramienta de productividad y coordinación interdisciplinaria.

Figura 2. Red semántica de categorías de análisis, estilo Atlas.ti



Nota. Elaboración propia (2026).

La Figura 2 esquematiza, a manera de red semántica tipo Atlas.ti, la relación entre las cuatro categorías sustantivas del estudio (técnica, económica, ambiental y de optimización de procesos) y la categoría de valoración general: los argumentos técnicos, económicos y ambientales identificados en las entrevistas y en la revisión documental fundamentan directamente la posición de los participantes frente a la pregunta de si el acero figurado constituye una necesidad o una tendencia de mercado, mientras que las líneas discontinuas señalan la relación observada entre las categorías técnica-ambiental y económica-optimización de procesos, que aparecieron frecuentemente asociadas en un mismo segmento de discurso.

La comparación de los hallazgos de la revisión documental con los resultados de las entrevistas muestra una convergencia consistente entre ambas fuentes de información, en cada una de las cuatro categorías analizadas, la evidencia científica y técnica revisada apoya las percepciones expresadas por los profesionales entrevistados, lo que fortalece la credibilidad del análisis a través de la triangulación metodológica descrita previamente. El estudio de esta convergencia de fuentes será tratado más a fondo en la discusión.

Discusión

Los resultados obtenidos, leídos en conjunto, permiten ofrecer una respuesta matizada a la pregunta que orientó esta investigación: el acero figurado no puede entenderse como una simple moda impulsada por el mercado, pero tampoco como una necesidad técnica incondicional y universalmente adoptada. La convergencia entre las percepciones de los profesionales entrevistados y la evidencia documental revisada en las dimensiones técnica, económica y ambiental sugiere que el acero figurado posee fundamentos objetivos que lo distinguen de una tendencia superficial; sin embargo, las barreras de adopción identificadas por los propios participantes, entre ellas el costo inicial, el desconocimiento técnico y la dependencia de proveedores, indican que su difusión en la práctica constructiva ecuatoriana todavía se comporta, en los hechos, como la de una innovación emergente cuya adopción es desigual y condicionada, más que como la de una solución técnica ya consolidada.

Desde el punto de vista técnico los resultados confirman en el entorno local lo que sostiene la literatura científica internacional. Los entrevistados coincidieron en que el acero figurado es más preciso y con menor variabilidad, lo cual concuerda con los estudios de Wang y Hu (2022) y Marcillo et al., (2025) quienes observaron que la integración de BIM en el procesamiento de acero reduce drásticamente las fallas del trabajo manual. Que en Ecuador se difunda lo que el mundo tecnológico demuestra es prueba de que los beneficios del acero

industrializado son universales: responden a estándares de precisión y control digital que funcionan con la misma solvencia en cualquier mercado de la construcción.

Los resultados aportan a la literatura científica con un enfoque matizado, desde el punto de vista económico. Los participantes del estudio han resaltado que, al igual que se ha manifestado por Liu y Zainul Abidin (2024) para quienes el retorno de la prefabricación se ha demostrado depender del volumen de obra, la sinergia de los actores y la madurez financiera de la empresa, la viabilidad del acero figurado no es un resultado garantizado. Su rendimiento depende del tamaño del proyecto y de cómo de bien se planifique. Este hallazgo confirma lo que se cree hoy en día, que los beneficios económicos de la industrialización de la construcción no proceden de forma automática de la tecnología, sino de la madurez operativa con que se lleva a cabo.

Respecto a la dimensión ambiental, los hallazgos revelan una tensión que merece discusión. Si bien los participantes reconocieron ampliamente el potencial del acero figurado para reducir residuos y contribuir a la sostenibilidad constructiva, esta percepción favorable dialoga con lo reportado por Smith et al. (2024), quienes, al estudiar la optimización de materiales para reducir la huella de carbono incorporada en la práctica de la ingeniería estructural, encontraron que, aunque los profesionales del sector reconocen ampliamente sus beneficios ambientales, persisten barreras organizacionales, normativas y de costos que limitan su implementación sistemática. Esta coincidencia no invalida los resultados, más bien ilustra una brecha conocida en la literatura sobre innovación en la construcción: el reconocimiento individual del beneficio ambiental de una tecnología no se traduce automáticamente en su implementación sistemática a nivel sectorial, brecha que probablemente responda a las mismas barreras estructurales identificadas en la categoría de valoración general, es decir, el costo, el desconocimiento y la dependencia del proveedor.

En cuanto a la optimización de los procesos constructivos, la valoración positiva que los participantes otorgaron a la coordinación digital y a las herramientas BIM converge con lo reportado por Ariono et al. (2022), quienes, en su revisión sistemática sobre los impulsores, barreras y facilitadores de la innovación BIM en países en desarrollo, identifican la coordinación interdisciplinaria y la anticipación temprana de inconsistencias como beneficios centrales reconocidos por los profesionales del sector. El hecho de que los profesionales ecuatorianos entrevistados atribuyan a estas herramientas un papel similar al documentado en otros países en desarrollo sugiere que Ecuador se inserta en una trayectoria más amplia de digitalización de la construcción, aunque, los mismos autores advierten que dicha trayectoria suele avanzar más

rápido en el reconocimiento del beneficio que en su implementación efectiva en obra, limitada por barreras regulatorias, de capacitación y de disponibilidad tecnológica.

Leídos en conjunto, estos hallazgos pueden interpretarse a la luz de la teoría de la difusión de innovaciones (Rogers, 2003), que distingue entre los atributos objetivos de una innovación, en este caso la ventaja relativa y la compatibilidad técnica del acero figurado frente al habilitado tradicional, y las condiciones organizacionales y de mercado que determinan su ritmo de adopción. Bajo esta lectura, el presente estudio aporta evidencia de que el acero figurado posee una ventaja relativa reconocida por los propios adoptantes potenciales, pero que su difusión en el sector de la construcción ecuatoriano se encuentra todavía en una etapa temprana, limitada por la percepción de riesgo, el costo inicial y la dependencia de proveedores especializados, más que por dudas sobre su desempeño técnico.

Desde el punto de vista práctico, estos resultados sugieren que las decisiones sobre la incorporación del acero figurado no deberían basarse únicamente en su desempeño técnico, ampliamente respaldado tanto por la literatura como por la experiencia de los profesionales entrevistados, sino en un análisis previo de las condiciones específicas del proyecto: su escala, el volumen de acero requerido, la confiabilidad del proveedor y la capacidad de planificación del equipo técnico. Para las empresas constructoras y los tomadores de decisiones, esto implica que promover la adopción del acero figurado exige, además de evidencia técnica, estrategias que reduzcan las barreras identificadas, como el acceso a información técnica comparativa y el fortalecimiento de la relación con proveedores confiables.

Conclusiones

En atención al objetivo general planteado, que consistió en analizar el impacto técnico, económico y ambiental del uso del acero figurado frente a los métodos tradicionales de habilitado de acero de refuerzo, se concluye que su implementación responde principalmente a una necesidad justificada por evidencia técnica, y no a una simple tendencia impulsada por el mercado. El análisis cualitativo de las percepciones de los 15 profesionales entrevistados, contrastado con la revisión documental de estudios recientes, evidenció de manera consistente que el acero figurado mejora la precisión dimensional, reduce el desperdicio de material y optimiza la coordinación entre las fases de diseño, fabricación y montaje, beneficios que se sostienen independientemente del contexto geográfico en que se implementen.

No obstante, el estudio también permitió determinar que la adopción de esta tecnología no es homogénea ni automática, sino que está condicionada por factores económicos y organizacionales presentes en las tres dimensiones analizadas. En el plano técnico, el acero figurado disminuye los errores propios del habilitado manual; en el económico, su conveniencia depende del volumen de acero, la escala del proyecto y la capacidad de planificación de la empresa constructora; y en el ambiental, aunque reduce residuos y aporta a la sostenibilidad constructiva, persisten barreras normativas y de gestión que aún limitan su aprovechamiento pleno. En conjunto, estos hallazgos permiten calificar al acero figurado como una innovación con fundamentos técnicos sólidos, cuyo ritmo de adopción en el sector de la construcción ecuatoriano se explica más por barreras estructurales, como el costo inicial, el desconocimiento técnico y la dependencia de proveedores, que por dudas respecto a su desempeño.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación contribuye a comprender el acero figurado como un proceso de innovación tecnológica cuya adopción puede explicarse a partir de la teoría de la difusión de innovaciones, en la medida en que integra tanto sus atributos objetivos como las condiciones organizacionales que condicionan su implementación. En el plano práctico, los hallazgos ofrecen a las empresas constructoras y a los profesionales del sector criterios concretos para decidir su incorporación, basados en la escala del proyecto, el volumen de acero requerido y la confiabilidad del proveedor. Futuras investigaciones podrían complementar este estudio cualitativo con mediciones cuantitativas de costos y desperdicios en obras específicas, con el fin de fortalecer la evidencia empírica sobre el papel del acero figurado en la optimización de los procesos constructivos.

Referencias Bibliográficas

- Almendariz Rodríguez, C. E., & Ortiz Aguirre, I. J. (2022). Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas. *RECIAMUC*, 6(1), 25–39. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.25-39](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.25-39)
- Ariono, B., Wasesa, M., & Dhewanto, W. (2022). The drivers, barriers, and enablers of building information modeling (BIM) innovation in developing countries: Insights from systematic literature review and comparative analysis. *Buildings*, 12(11), 1912. <https://doi.org/10.3390/buildings12111912>
- Camacho Crespo, C. A., Villavicencio Cedeño, E. G., Lino Calle, V. A., & Guaranda Mero, B. G. (2025). Automatización y robótica en la planificación de la construcción: impacto en costos, eficiencia y seguridad laboral desde un análisis textual discursivo. *Reincisol.*, 4(7), 1827–1847. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)1827-1847](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1827-1847)
- Castro Chilán, D. M., Yepez Von Lippke, A. G., Carvajal Rivadeneira, D. D., Lino Calle, I. A., & Carvajal Aray, D. (2026). Gestión de la calidad y retos frente a la improvisación en la construcción: Una revisión sistemática de la Literatura. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 7(2), Pág. 692 – 711. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1299>
- Carvajal-Rivadeneira, D. D., Cobos-Lucio, D. A., Cañarte-Baque, G. A., Zamora-Bailón, A. R., & Regalado-Jalca, J. J. (2025). Análisis de la infraestructura vial y su impacto en la movilidad y desarrollo económico en la comunidad de Sancán, cantón Jipijapa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2697-3693., 8(15), 784-801. Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/355>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Macías Loor, A. O., Freddy Humberto Morales, S. G., & Vaca Caspi, G. A. (2018). Consideraciones acerca de la teoría de la Situación Social del Desarrollo y la concepción de la Complejidad. *Revista Cubana De Educación Superior*, 37(3 set-dic). Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/2665>
- Chiquito, H., Medranda, L., Prado, M., Villaprado, G., Lino, V., & Carvajal, D. (2026). Percepción del riesgo en la planificación de proyectos de infraestructura física. *Revista Multidisciplinar De Estudios Generales*, 5(1), 337 – 352. <https://doi.org/10.70577/reg.v5i1.463>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Khant, L. P., Widjaja, D. D., Kim, D., Rachmawati, T. S. N., & Kim, S. (2025). Optimizing rebar process and supply chain management for minimized cutting waste: A building information modeling-based data-driven approach. *Buildings*, 15(6), 844. <https://doi.org/10.3390/buildings15060844>
- Kim, D.-J., Khant, L. P., Widjaja, D. D., & Kim, S. (2024). Special length priority optimization model: Minimizing wall rebar usage and cutting waste. *Buildings*, 14(1), 290. <https://doi.org/10.3390/buildings14010290>
-

- Liu, H., & Zainul Abidin, N. (2024). A review on research of prefabricated building costs: Exploring collaborations, intellectual basis, and research trends. *Sustainability*, 16(22), 9823. <https://doi.org/10.3390/su16229823>
- Marcillo Cantos, J. A., Mendoza Delgado, B. M., Lino Calle, V. A., & Sornoza Parrales, D. R. (2025). Beneficios y desafíos de la metodología BIM en la industria de la construcción. En *Desarrollando competencias para el siglo XXI: Tomo: Planificación de infraestructura física de obras civiles* (pp. 55–67). MAWIL Publicaciones Impresas y Digitales. <https://doi.org/10.26820/978-9942-678-05-8>
- Mata Solís, L. D. (2019). El enfoque cualitativo de investigación. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Mendoza-Rangel, J. M., & Díaz-Aguilera, J. H. (2023). Economía circular en la industria latinoamericana del cemento y el concreto: una solución sustentable de diseño, durabilidad, materiales y procesos. *Revista ALCONPAT*, 13(3), 328–348. <https://doi.org/10.21041/ra.v13i3.697>
- Olivares, R. F. (2025). Productividad y transformación digital: el rol del BIM en la industria de la construcción chilena. *Obras y Proyectos*, 38, 47–59. <http://dx.doi.org/10.21703/0718-2813.2025.38.3631>
- Ramírez, G., Delvasto Arjona, S., & Silva Urrego, Y. F. (2025). Deconstrucción para una economía circular real en el sector de la construcción en Colombia. *Módulo Arquitectura - CUC*, 35(1), 199–226. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.35.1.2025.09>
- Reyes Ponce, D. A., & Lino Calle, V. A. (2026). Percepción sobre el impacto del cambio climático en la durabilidad y sostenibilidad de vías rurales. *Reincisol.*, 5(9), 1380. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1380](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1380)
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Smith, M. S. I., Fang, D., Mueller, C., & Carstensen, J. V. (2024). Reducing embodied carbon with material optimization in structural engine
- Almendariz Rodríguez, C. E., & Ortiz Aguirre, I. J. (2022). Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas. *RECIAMUC*, 6(1), 25–39. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.25-39](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.25-39)
- Ariono, B., Wasesa, M., & Dhewanto, W. (2022). The drivers, barriers, and enablers of building information modeling (BIM) innovation in developing countries: Insights from systematic literature review and comparative analysis. *Buildings*, 12(11), 1912. <https://doi.org/10.3390/buildings12111912>
- Camacho Crespo, C. A., Villavicencio Cedeño, E. G., Lino Calle, V. A., & Guaranda Mero, B. G. (2025). Automatización y robótica en la planificación de la construcción: impacto en
-

- costos, eficiencia y seguridad laboral desde un análisis textual discursivo. *Reincisol*, 4(7), 1827–1847. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)1827-1847](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1827-1847)
- Castro Chilán, D. M., Yepez Von Lippke, A. G., Carvajal Rivadeneira, D. D., Lino Calle, I. A., & Carvajal Aray, D. (2026). Gestión de la calidad y retos frente a la improvisación en la construcción: Una revisión sistemática de la Literatura. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 7(2), Pág. 692 – 711. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1299>
- Carvajal-Rivadeneira, D. D., Cobos-Lucio, D. A., Cañarte-Baque, G. A., Zamora-Bailón, A. R., & Regalado-Jalca, J. J. (2025). Análisis de la infraestructura vial y su impacto en la movilidad y desarrollo económico en la comunidad de Sancán, cantón Jipijapa. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2697-3693., 8(15), 784-801. Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/355>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Macías Loor, A. O., Freddy Humberto Morales, S. G., & Vaca Caspi, G. A. (2018). Consideraciones acerca de la teoría de la Situación Social del Desarrollo y la concepción de la Complejidad. *Revista Cubana De Educación Superior*, 37(3 set-dic). Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/2665>
- Chiquito, H., Medranda, L., Prado, M., Villaprado, G., Lino, V., & Carvajal, D. (2026). Percepción del riesgo en la planificación de proyectos de infraestructura física. *Revista Multidisciplinar De Estudios Generales*, 5(1), 337 – 352. <https://doi.org/10.70577/reg.v5i1.463>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Khant, L. P., Widjaja, D. D., Kim, D., Rachmawati, T. S. N., & Kim, S. (2025). Optimizing rebar process and supply chain management for minimized cutting waste: A building information modeling-based data-driven approach. *Buildings*, 15(6), 844. <https://doi.org/10.3390/buildings15060844>
- Kim, D.-J., Khant, L. P., Widjaja, D. D., & Kim, S. (2024). Special length priority optimization model: Minimizing wall rebar usage and cutting waste. *Buildings*, 14(1), 290. <https://doi.org/10.3390/buildings14010290>
- Liu, H., & Zainul Abidin, N. (2024). A review on research of prefabricated building costs: Exploring collaborations, intellectual basis, and research trends. *Sustainability*, 16(22), 9823. <https://doi.org/10.3390/su16229823>
- Marcillo Cantos, J. A., Mendoza Delgado, B. M., Lino Calle, V. A., & Sornoza Parrales, D. R. (2025). Beneficios y desafíos de la metodología BIM en la industria de la construcción. En *Desarrollando competencias para el siglo XXI: Tomo: Planificación de infraestructura física de obras civiles* (pp. 55–67). MAWIL Publicaciones Impresas y Digitales. <https://doi.org/10.26820/978-9942-678-05-8>
- Mata Solís, L. D. (2019). El enfoque cualitativo de investigación. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Mendoza-Rangel, J. M., & Díaz-Aguilera, J. H. (2023). Economía circular en la industria latinoamericana del cemento y el concreto: una solución sustentable de diseño,
-

- durabilidad, materiales y procesos. Revista ALCONPAT, 13(3), 328–348. <https://doi.org/10.21041/ra.v13i3.697>
- Olivares, R. F. (2025). Productividad y transformación digital: el rol del BIM en la industria de la construcción chilena. *Obras y Proyectos*, 38, 47–59. <http://dx.doi.org/10.21703/0718-2813.2025.38.3631>
- Ramírez, G., Delvasto Arjona, S., & Silva Urrego, Y. F. (2025). Deconstrucción para una economía circular real en el sector de la construcción en Colombia. *Módulo Arquitectura - CUC*, 35(1), 199–226. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.35.1.2025.09>
- Reyes Ponce, D. A., & Lino Calle, V. A. (2026). Percepción sobre el impacto del cambio climático en la durabilidad y sostenibilidad de vías rurales. *Reincisol.*, 5(9), 1380. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1380](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1380)
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Smith, M. S. I., Fang, D., Mueller, C., & Carstensen, J. V. (2024). Reducing embodied carbon with material optimization in structural engineAksu, M. I., Erdemir, E., & Cakici, N. (2016). Changes in the Physico-chemical and Microbial Quality during the Production of Pastirma Cured with Different Levels of Sodium Nitrite. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(5), 617–625. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.5.617>
- BOE Decreto 474/2014. (2014). *Real Decreto 474/2014, de 18 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos*.
- Bower, C. G., Stanley, R. E., Fernando, S. C., & Sullivan, G. A. (2018). The effect of salt reduction on the microbial community structure and quality characteristics of sliced roast beef and turkey breast. *LWT*, 90, 583–591. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.067>
- Brunson, M. (2013). Ácido acético, la esencia del vinagre. *Revista Médica de Homeopatía*, 6(2), 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2013.07.003>
- Espinel, A. E. G. (2015). *Efecto de la sustitución de salmuera de inyección por una bebida fermentada (chicha de jora) en la producción de jamones cocidos para mejorar sus atributos organolépticos*. Universidad Técnica de Ambato.
- Gurun, G., Degerli, F. İ., & Nazir, S. (2015). The Effect Of Reducing Salt in Pastrami Production on Quality And Investigation of Alternative Applications to Salt. *IJFER*, 7(1), 30–60. https://doi.org/10.17932/IAU.IJFER.2015.003/ijfer_v07i1003
- INEN 056. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. INEN.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (2023). *Codex Alimentarius: General Requirements (Food Hygiene)* (F. and A. O. of the U. N. World Health Organization, Ed.).
- Kim, B., Kwak, R., Kwon, H. J., Pham, V. S., Kim, M., Al-Anzi, B., Lim, G., & Han, J. (2016). Purification of High Salinity Brine by Multi-Stage Ion Concentration Polarization Desalination. *Scientific Reports*, 6(1), 31850. <https://doi.org/10.1038/srep31850>
- Mattilsynet. (2020). *Mattilsynet (Autoridad Noruega de Seguridad Alimentaria)* (Mattilsynet, Ed.).
-

- Mendez, Z. L. A. (2019). *Utilización de vino blanco con diferentes grados de alcohol (10° - 12° - 14°) como antiséptico y fijador del color en el pastrami*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Naranjo, A. (2018). *Utilización de Aceites Esenciales en Combinación con Sustancias Aromáticas en la Elaboración de Pastrami*. Escuela superior politécnica de chimborazo.
- NTE INEN 1 338. (1996). *Carne y productos cárnicos. Salchichas. Requisitos*.
- NTE INEN 765. (2014). *CARNE COMESTIBLES. REQUISITOS. MEAT REQUIREMENTS. DESCRIPTORES: Carne y productos cárnicos*.
- NTE INEN 766. (2015). *CARNE Y MENUENCIAS COMESTIBLES DE ANIMALES DEABASTO. REQUISITOS. MEAT AND EATABLE VISCERA. REQUIREMENTS. DESCRIPTORES: Carne y productos cárnicos*.
- NTE INEN 767. (2010). *Carnicos*.
- NTE INEN 1529-8. (2016). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN*.
- NTE INEN-ISO 1442:2013. (2013). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS - DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD. (IDT) (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, Ed.)*.
- Ruedt, C., Gibis, M., & Weiss, J. (2022). Effect of varying salt concentration on iridescence in precooked pork meat. *European Food Research and Technology*, 248(1), 57–68. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03850-7>
- Alderete Rendón, A. (2014). *Adición de cultivo láctico (Lactobacillus delbrueckii Subsp. Bulgaricus y Streptococcus thermophilus) para el mejoramiento organoléptico y calidad en la obtención de salami*. [Universidad Tecnológica Equinoccial].
- Altamirano, D., & Chavarría, M. (2019). *Dosis de consorcio microbiano y grado de temperatura en la vida útil de una longaniza artesanal* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí].
- Ariza, L., & Naranjo, P. (2018). *Evaluación del efecto del uso de cultivos iniciadores en la elaboración de un producto cárnico crudo a partir de perniles de cordero* [Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca].
- Arrazola, G., Alviz, A., & Pérez, A. (2016). Bacterias ácido lácticas como aditivo protector de microorganismos no deseables en carnes curadas. *ProQuest*, 23, 165–168.
- Baidal Freire, C. (2021). *Efecto del tiempo de maduración de carne de res (Bos taurus x indicus) en las características sensoriales y vida útil aplicando salazón seca* [Universidad Agraria del Ecuador].
- Bañón, S., Martínez, A., & López, A. (2011). Maduración de chorizo y salchichón de chato murciano con diferentes cultivos iniciadores (Bacterias ácido lácticas y estafilococos). *AN. VET. (MURCIA)*, 27, 101–118. <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/160191/139841>
- Barbecho, P., & Jara, C. (2019). *Aplicación del proceso de la técnica de ahumado empírico-artesanal en trucha y tilapia para uso en recetas ecuatorianas* [Universidad de Cuenca].
-

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32444/3/Trabajo%20de%20titulaci3n.pdf>

- Blanco, P. (2015). *Caracterización de bacterias de Streptococcus thermophilus aisladas de leche cruda bovina, ovina y caprina* [Universidad de la República de Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8221/1/uy24-17716.pdf>
- Calvache, I. (2019). *Evaluación de la calidad de la canal de bovinos faenados en la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito (EMRAQ-EP) en función del pH y contusiones*.
- Cárdena, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Cáceres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 4, 253–263.
- Cedeño, M. (2011). *Utilización de tres niveles de jugo de pimiento (0.2, 0.4 y 0.6)% como antioxidante y dos tipos de tripa para embutir (natural y de colágeno) en la elaboración de chorizo fresco*.
- CEER. (2022). *Guía Fabricación de embutidos* (Vol. 1). <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/9.-Guia-Fabricacion-de-embutidos.pdf>
- CFN. (2018). *Ficha Sectorial: Fabricación de Productos Cárnicos*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2018/FS-Embutidos.pdf>
- CFN. (2019). *Ficha Sectorial: Fabricación de Productos Cárnicos_Embutidos*.
- Cobo, R., Rosas, R., Gálvez, D., Adriano, L., & Vázquez, A. (2016). *Bacteria ácido lácticas nativas como cultivo iniciador para la elaboración de queso crema mexicano*.
- Cobo-Monterroza, R., Rosas-Quijano, R., Gálvez-López, D., Adriano-Anaya, L., & Vázquez-Ovando, A. (2019). Native lactic acid bacteria as a starter culture for the production of Mexican cream cheese. *Agronomía Mesoamericana*.
- CODEX ALIMENTARIUS. (1995). *Norma general para los aditivos alimentarios*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Conejo, Á. (2019). *Evaluación de las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos cárnicos saludables*.
- Consejería de Agricultura y Pesca. (2010). *La Producción de Carne en Andalucía*.
- Dalmaus, M., & Rivera, D. (2012a). *ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO CRUDO FERMENTADO TIPO CHORIZO A BASE DE CARNE DE BÚFALO CON ADICIÓN DE CULTIVOS STÁRTERS* [Universidad de Cartagena].
- Dalmaus, M., & Rivera, D. (2012b). *ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO CRUDO FERMENTADO TIPO CHORIZO A BASE DE CARNE DE BÚFALO CON ADICIÓN DE CULTIVOS STÁRTERS* [Universidad de Cartagena].
- Dávalos Gómez, D., & Molina Hidalgo, A. (2015). *Efecto del uso de Harina de Arroz, Almidón de Papa y Almidón de Yuca sobre la Textura y Características Sensoriales (color y sabor) de un Chorizo Cocido Ahumado*.
-

- De Lera Santín, A. (2011). *Aplicaciones enzimáticas en procesos de conservación y restauración de obras de arte. Consolidación de celulosa* [Universidad del País Vasco]. <http://hdl.handle.net/10810/14292>
- INEN. (2013). *NTE INEN 1217:2013. Carne y productos cárnicos. Definiciones*.
- ISB. (n.d.). *Reproducción de búlgaros «Lactobacillus bulgaricus»*. Retrieved January 20, 2023
- Izquierdo, K., Guerra, Y., Remedios, L., Lemus, A., Burget, A., & Pérez, J. (2020). Estudio de consistencia de un cultivo en zaranda de *Streptococcus pneumoniae* 19A a escala de 40 L. *Vaccimonitor*, 29(2), 47–50.
- Jimenez Colmenero, F., & Carballo Santaolalla, J. (1989). Principios Básicos de Elaboración de Embutidos. In *Hojas Divulgadoras* (Vol. 4, p. 4).
- Jurado, H., & Insuasty, E. (2021). *Procedimientos de Tecnología de Carnes* (1st ed., Vol. 1). Editorial Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/7320/1/libro%20carnes%20digital.pdf>
- Jurado-Gámez, H., & Jarrín-Jarrín, V. (2015). Cinética de crecimiento de *Lactobacillus lactis* y determinación del efecto probiótico en cepas patógenas. *Biosalud*, 14(2), 49–62. <https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.2.5>
- Machado, J. (2023a). *UTILIZACIÓN DE BACTERIAS Lactobacillus acidophilus EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS FERMENTADAS FUNCIONALES* [Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18806/1/27T00593.pdf>
- Machado, J. (2023b). *Utilización de Bacterias Lactobacillus acidophilus en la elaboración de salchichas fermentadas funcionales* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18806/1/27T00593.pdf>
- Maiza Chiluisa, J., & Martinez Izurieta, K. (2020). *Propuesta de los diferentes procesos de elaboración de chorizo de cerdo ahumado extra sarta mediante la inclusión de extractos cítricos orgánicos y zumo de remolacha (Beta vulgaris)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6995/1/PC-000973.pdf>
- Mamani, L., & Gallo, C. (2011). Revista de Investigaciones Veterinarias. *Revistas de Investigación Veterinarias Del Perú*, 22, 301–311. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371838943003>
- NTE INEN 1338. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos*.
- NTE INEN 1344. (1996). *CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. CHORIZO. REQUISITOS*.
- Parra, R. (2010). Bacterias ácidas lácticas: Papel Funcional en los Alimentos. *Grupo de Investigación En Química y Tecnología de Los Alimentos*, 8(1), 94–105. <http://www.scielo.org.co/scielo>.
- Pesántez, J., & Polo, P. (2019). *Influencia de la edad, sexo, procedencia y tiempo de reposo sobre la calidad de las canales bovinas* [Universidad de Cuenca].
-

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32876/1/Trabajo%20de%20titulación.pdf>

Ramírez, J., Rosas, P., Velázquez, Ma., Ulloa, J., & Arce, F. (2011). *Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. 2, 1–16.

Ramírez López, C., & Vélez Ruiz, J. F. (2016). Aislamiento, Caracterización y Selección de Bacterias Lácticas Autóctonas de Leche y Queso Fresco Artesanal de Cabra. *Información Tecnológica*, 27(6), 115–128. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600012>

Reséndiz González, G., Alarcón Zúñiga, B., Villegas Velázquez, I., Albores Moreno, S., & Aranda Osorio, G. (2021). Composición nutricional de la carne equina y grado de sustitución de la carne bovina por equina en expendios de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 742–755. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5462>

RTE INEN 056. (2011). *Carnes y productos cárnicos*.

Santos, R., Ramos, M., Beldarraín, T., Guerra, A., Rodríguez, F., Pérez, J., Hernández, U., de Hombre, R., & Frómeta, Z. (2021). Características de un Chorizo y un Salchichón crudo curado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 31(3). <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/317/272>
